

**Purifier for adsorbing gaseous pollutants using rotating drum**

Patent Number: FR2720294  
Publication date: 1995-12-01  
Inventor(s): MORLEC JEAN; BOURCIER JACQUES  
Applicant(s):: INST FRANCAIS DU PETROL (FR); BOURCIER JACQUES  
Requested Patent:  FR2720294

Application  
Number: FR19940006281 19940524  
Priority Number(s): FR19940006281 19940524  
IPC Classification: B01D53/06 ; B01D53/75 ; B01D141/00 ; B01D185/10 ; B01D131/00 ; B01D137/00  
EC Classification: B01D53/06  
EC Classification: B01D53/06  
Equivalents:

---

**Abstract**

Rotating device for purifying gaseous effluents contg. pollutants, comprises a drum (T) with a cage (2), a ring (1) contg. solid particulate material (M) to adsorb the pollutants which are inside the cage, and motors to rotate the ring and the cage continuously relative to each other about a vertical axis. At least one prim. circuit (5,9) passes the effluents (F1) across the first adsorption sector (A) in the ring and at least one sec. circuit (6,10) passes a desorption gas (B) across it. Application of such a device ensures that the ring is placed alternately in contact with the pollutants and the desorption gas.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

**THIS PAGE BLANK (SPT0)**

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 720 294

②1 N° d'enregistrement national : 94 06281

⑤1 Int Cl<sup>6</sup> : B 01 D 53/06, 53/75B 01 D 141:00, 185:10, 131:00,  
137:00

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 24.05.94.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 01.12.95 Bulletin 95/48.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE  
*Organisme Professionnel* — FR et BOURCIER  
Jacques — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Morlec Jean et Bourcier Jacques.

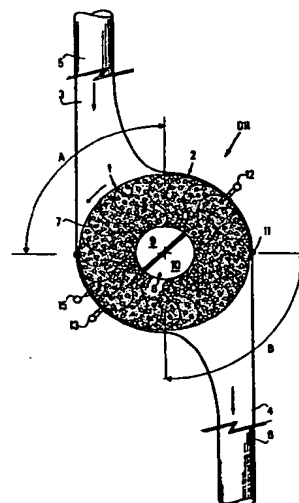
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Institut Français du Pétrole.

⑤4 Dispositif rotatif de concentration et d'épuration d'effluents gazeux contenant des composés organiques volatils (COV).

⑤7 - Le dispositif comporte une couronne (1) d'axe vertical en rotation continue à l'intérieur d'une cage (2). La couronne est cloisonnée intérieurement et chargée d'un matériau solide particulaire adsorbant les substances polluantes: silice, charbon actif, alumine ou autres. On établit une circulation permanente d'effluents gazeux d'une part entre un conduit (5) d'amenée d'effluents et une conduite d'échappement (9) dans la zone centrale (8) via un premier secteur angulaire d'adsorption (A) de la couronne, et d'autre part entre un conduit (10) d'amenée d'un flux gazeux chaud dans cette même zone et un conduit (6) d'évacuation via un deuxième secteur angulaire de désorption (B) de la couronne, où l'adsorbat est régénéré. Les conduits (5, 6, 9, 10) sont raccordés à des moyens d'échange et/ou d'incinération thermique extérieurs.

- Application à l'oxydation catalytique ou thermique de composés organiques dans les effluents gazeux atmosphériques, par exemple.



FR 2 720 294 - A1



La présente invention concerne un dispositif rotatif d'épuration d'effluents gazeux contenant des substances polluantes.

5 L'invention trouve des applications notamment dans les systèmes de traitement d'air chargé de substances telles que des composés organiques volatils (C.O.V), qui peuvent être fixés par des matériaux adsorbants appropriés.

10 Les procédés connus d'épuration d'effluents comportent par exemple l'utilisation alternée de colonnes chargées d'un lit granulaire fixe de matériau adsorbant (ou adsorbat). Les effluents sont purifiés en passant au travers d'une première colonne, en saturant progressivement l'adsorbat. Quand la saturation est suffisante, on continue la purification en dirigeant les effluents vers une deuxième colonne identique au moyen de  
15 vannes, et on procède à la désorption de la première colonne en y faisant circuler un flux de régénération de l'adsorbat. Cette technique nécessite pour sa mise en oeuvre l'utilisation de vannes de grande section permettant la commutation alternée des colonnes.

20 On connaît aussi l'utilisation d'épurateurs de type rotatif avec une structure en nid d'abeille contenant par exemple des zéolites ou du charbon actif. Un cloisonnement permet de diriger un flux permanent d'effluents à épurer au travers un secteur angulaire de la structure en rotation continue, parallèlement à son axe de rotation. Dans le même temps, l'adsorbat est désorbé  
25 dans un secteur angulaire différent du premier, au moyen d'un autre flux gazeux.

Le dispositif selon l'invention permet l'épuration en continu d'effluents gazeux contenant des substances polluantes, en évitant les inconvénients des dispositifs antérieurs.  
30

Il est caractérisé en ce qu'il comporte un tambour constitué d'une enveloppe ou cage, d'une couronne contenant une charge de matériaux solides particuliers adaptés à adsorber les substances polluantes, qui est disposée à l'intérieur de la cage. La  
35 couronne peut être divisée en plusieurs zones angulaires par un

cloisonnement intérieur ou être agencée pour contenir des paniers pour les matériaux. Des moyens moteurs sont utilisés pour animer la couronne et la cage d'un mouvement de rotation continu l'une relativement à l'autre autour d'un axe vertical. Par  
5 un premier circuit, on fait passer les effluents au travers d'un premier secteur d'adsorption de la couronne, (constitué par exemple d'une ou plusieurs zones angulaires), et par un deuxième circuit, on fait passer un flux gazeux de désorption au travers d'un deuxième secteur de désorption de la couronne, constitué  
10 aussi par exemple d'une ou plusieurs zones angulaires. Des moyens sont utilisés pour faire circuler les effluents et le flux de désorption dans le premier et le deuxième circuit.

Le dispositif comporte par exemple des moyens de chauffage du flux gazeux de désorption disposés sur le circuit  
15 secondaire en amont du tambour.

Suivant un mode de réalisation, le deuxième secteur de désorption comporte deux sous-secteurs angulaires traversés successivement par le flux de désorption. Les deux sous-secteurs peuvent être connectés directement en série, le flux gazeux de  
20 désorption issu du deuxième sous-secteur traversant alors un réacteur d'incinération où les substances polluantes sont brûlées. Ils peuvent encore être connectés en série par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur pour l'échauffement du flux de désorption, la sortie du réacteur étant connectée dans ce cas de  
25 préférence à un circuit d'échange thermique de l'échangeur de chaleur.

- Le deuxième circuit comporte par exemple des moyens de chauffage des effluents de désorption et des moyens (tels qu'un condenseur et un séparateur) pour récupérer les substances  
30 polluantes dans les effluents issus du deuxième sous-secteur angulaire. Dans ce cas, le circuit primaire est connecté à la sortie du séparateur.

On utilise avantageusement un réacteur comportant un catalyseur choisi pour provoquer une réaction exothermique en  
35 présence des substances polluantes.

Le dispositif comporte par exemple des moyens de nettoyage de la masse d'adsorption.

Les moyens moteurs peuvent être associés soit à la couronne, la cage étant fixe, soit à la cage qui est mobile  
5 relativement à la couronne et dans ce cas, les conduits d'amenée et d'évacuation sont fixés à la cage et tournent avec elle.

Avec son tambour rotatif, le dispositif selon l'invention se prête à des opérations séparées ou combinées de désorption de substances polluantes. Le tambour peut être facilement inclus  
10 dans des circuits extérieurs d'incinération et/ou de récupération des substances polluantes, pour la réalisation de processus continus d'épuration.

D'autres caractéristiques et avantages du dispositif selon l'invention, apparaîtront à la lecture de la description ci-après  
15 d'exemples non limitatifs de réalisation, en se référant aux dessins annexés où :

- la Fig.1 montre une vue en coupe schématique d'un premier mode de réalisation du tambour, avec une couronne tournante;
- la Fig.2 montre une vue schématique en coupe simplifiée d'un  
20 deuxième mode de réalisation du tambour avec une cage susceptible de tourner autour de la couronne;
- la Fig.3 montre une vue éclatée du tambour tournant pour illustrer schématiquement les circulations des effluents à l'intérieur du tambour rotatif;
- 25 - la Fig.4 montre schématiquement un premier mode de mise en oeuvre du dispositif tambour rotatif utilisé comme échangeur de matière;
- la Fig.5 montre schématiquement un deuxième mode de mise en oeuvre du dispositif;
- 30 - la Fig.6 montre une variante de réalisation du mode précédent de mise en oeuvre;
- la Fig.7 montre un autre mode de mise en oeuvre comportant l'utilisation de moyens pour récupérer les substances polluantes.

Suivant le mode de réalisation des Fig.1, 2, 3, le dispositif comporte un tambour DR constitué d'une couronne 1 à axe vertical disposée à l'intérieur d'une enveloppe ou cage extérieure métallique 2 de forme cylindrique par exemple. La cage comporte  
5 un premier bras 3 et un deuxième bras 4 auxquels se raccordent respectivement un conduit 5 d'amenée des effluents gazeux à épurer, et un conduit 6 d'évacuation pour des flux de désorption.

Suivant un mode de réalisation, la couronne 1 est pourvue d'un cloisonnement intérieur constitué d'un ensemble d'aubes  
10 droites ou courbes 7 régulièrement réparties, ou d'un certain nombre de paniers. Un cloisonnement sépare la zone centrale 8 de la couronne en deux conduites 9, 10. Un premier secteur angulaire A d'adsorption délimité par une ou plusieurs aubes, canalise les effluents issus du conduit 5 vers la conduite 9 de la  
15 zone centrale 8 (flux Fe sur la Fig.3). Un deuxième secteur angulaire B de désorption fait communiquer la conduite 10 de la zone centrale 8 avec le conduit d'évacuation 6 (flux Fs sur la Fig.3).

Suivant un autre mode de réalisation, la couronne est  
20 agencée pour servir de support à plusieurs paniers.

A l'intérieur de la couronne 1, entre les aubes ou dans les paniers) est répartie une masse active M constituée d'un matériau adsorbant solide particulière. Pour constituer cette  
25 masse M, on peut utiliser les produits ou matériaux suivants: silice, charbon actif, alumine, silice aluminée, zéolites de ratio SI/AL atomique entre 10 et 100 à caractère oléophile, résines échangeuses, ou bien encore des adsorbants déposés en couches minces sur des supports métalliques ou céramiques alvéolaires ou tricotés etc.

Des joints 11 sont disposés entre la cage 2 et la couronne 1  
30 pour assurer l'étanchéité verticale et isoler l'un de l'autre les deux espaces en amont et en aval de la zone centrale ou zone de transit 8, de façon que tous les effluents entrants soient pratiquement canalisés vers celle-ci. Ces joints 11 sont agencés de  
35 façon que la perte de charge résiduelle entre la couronne 1 et la

cage 2, soit au moins égale à la perte de charge subie par les gaz dans le circuit principal traversant le tambour DR.

5 D'autres joints (non représentés) de type à lèvre ou à balai, à joint hydraulique annulaire avec chicanage dans un bain d'huile, etc, sont disposés de façon à réaliser l'étanchéité périmétrique (horizontalement).

La cage 2 et la couronne 1, sont animées par des moyens moteurs (non représentés) d'un lent mouvement de rotation l'une relativement à l'autre.

10 La cage 2 comporte aussi au moins une ouverture dans sa paroi latérale dans chacun des secteurs angulaires C, D intermédiaires entre les secteurs A et B, où débouchent des conduits 12, 13 connectés à des moyens d'aspiration 14 (Fig.3). Les fuites périphériques de gaz entre la couronne 1 et la cage 2, sont aspirées par les conduits 12, 13 (flux de reprise Fr de la Fig.3) et réinjectées dans le conduit d'amenée 5 (flux entrant Fe).

15 Dans un des deux secteurs angulaires intermédiaires C, D, (Fig.3), la cage 2 peut comporter également des ouvertures où débouchent un ou plusieurs conduits 15 (Fig. 1-2) pour réaliser d'autres fonctions. Il peut s'agir d'injecter un inhibiteur chimique pour éviter une éventuelle réaction chimique parasite, ou bien la formation de bouchons. Il peut s'agir d'une action mécanique: aspiration ou soufflage dans le but de nettoyer la charge d'adsorbat, etc.

20 Suivant un mode préféré de réalisation, la cage 2 est fixe (Fig.1) et la couronne 1 est entraînée en rotation.

Suivant un autre mode de réalisation (Fig.2), c'est la couronne 1 qui est fixe et la cage 2 entraînant avec elle les conduits 5, 6, qui peut tourner autour de son axe. Dans la zone centrale 8 de la cage 2, est disposé un cache intermédiaire 16 à ouvertures sélectives. Ce cache 16 tourne en même temps que la cage 2 et sert à guider le flux entrant (Fe sur la Fig.3) vers la zone centrale 8 et le flux sortant vers une chambre de convergence 17 d'où part une cheminée d'évacuation 18 agencée pour pouvoir  
35 suivre la rotation de la cage 2.



Selon la masse de la couronne qui dépend de la nature de la charge M d'adsorbat ou les applications et/ou le volume d'effluents à traiter, on opte pour le mode de réalisation de la Fig.1 ou pour celui de la Fig.2.

5 Un flux gazeux F1 (Fig.4) constitué par exemple d'air contenant des composés organiques volatils (COV) dans la proportion de quelques mg/m<sup>3</sup>, est injecté avec un débit D1 par la conduite 5 (Fig.1). Après traversée de la zone angulaire d'adsorption A, il ressort purifié par le conduit 9 (flux F2). Un  
10 flux gazeux F3 est injecté par un conduit central 10 dans le secteur angulaire de désorption B. Ce flux F3 est constitué d'un flux d'air frais (avec un débit D2 compris entre 0,02. D1 et 0,2. D1 par exemple) qui a été chauffé au préalable dans un échangeur de chaleur 20, auquel on mêle dans une proportion contrôlable  
15 un flux d'air froid (flux F5), pour réguler sa température. La température T2 du flux F3 entrant dans la zone angulaire de désorption B, est comprise entre 100°C et 220°C par exemple.

Le flux F4, issu de la zone de désorption B, est dirigé par le conduit 6 (Fig.1) vers un réacteur thermique 19 adapté à  
20 incinérer les substances polluantes qu'il contient. Ce réacteur est par exemple de type catalytique. Il peut comporter par exemple un brûleur auxiliaire 19A pour réchauffer si nécessaire les gaz du flux F4 avant leur passage sur un lit catalytique 19B à une température T3 comprise entre 180 et 400°C par exemple. Une  
25 zone de mélange 19C entre les deux zones 19A et 19C, sert à l'homogénéisation des températures sur le lit catalytique.

Le flux F4 d'air purifié par incinération dans le réacteur 19, est dirigé vers l'échangeur thermique 20 où il sert à échauffer le flux d'air frais F3, avant de s'échapper dans l'atmosphère. La  
30 circulation des flux servant à la désorption, est forcée au moyen d'un ventilateur (non représenté).

Suivant la variante de réalisation de la Fig. 5, le secteur angulaire de désorption B, peut aussi être constitué de deux sous-secteurs B1 et B2 réunis par une conduite périphérique 21 et que  
35 le flux F3 traverse successivement. Le flux F3 est admis par un

conduit central 22 dans le sous-secteur B1, et il ressort du sous-secteur B2 par un autre conduit central 23.

Suivant la variante de réalisation de la Fig.6, la désorption de la charge active M qui a servi à adsorber les substances polluantes du flux F1, s'effectue de la manière suivante. Le flux d'air de désorption (flux F3) est canalisé comme précédemment par le conduit 21 vers un premier sous-secteur angulaire B1 de la couronne 1. Il se réchauffe au contact de l'absorbat et le désorbe en partie. Le flux F3 traverse ensuite l'échangeur de chaleur 20 où il prend la température de désorption requise (180 à 220°C). On peut aussi lui mélanger directement une certaine proportion de fumées chaudes. A sa sortie, il est guidé vers le deuxième sous-secteur angulaire B2 de désorption où il se charge en composés polluants COV. Comme précédemment, l'air de désorption est dirigé alors vers le réacteur thermique 19 où il subit une combustion catalytique complète. Les gaz épurés par la combustion traversent l'échangeur de chaleur 20 précédent avant d'être évacués à l'extérieur.

Le réacteur peut comporter aussi un brûleur auxiliaire 19A pour maintenir le lit catalytique dans la fourchette de température requise. On y fait brûler par exemple du GNL ou du GPL puis on mélange les gaz de combustion avec les gaz de désorption. Le brûleur d'appoint 19A est nécessaire au moins en période de démarrage de l'installation ou bien au cas où les produits polluants sont réfractaires: composés sulfurés ou azotés par exemple.

Le réacteur catalytique utilisé dans les modes de réalisation des Fig.5 ou 6, peut être remplacé par un incinérateur thermique où règne une température supérieure à 800°C par exemple, pour brûler les composés COV. L'air de désorption est chauffé jusqu'à 700°C par passage dans l'échangeur 20 (Fig.5,6) et ensuite refroidi jusqu'à 200°C par exemple par adjonction d'air froid, avant son admission dans la zone de désorption B.

Une variante de réalisation peut consister aussi à mélanger en partie les deux flux circulant dans l'échangeur thermique 20,

de façon que les gaz pénétrant dans le sous-secteur B2 soient à une température de désorption élevée qui reste cependant éloignée de la température d'auto-inflammation.

5 Le mode de réalisation qui vient d'être décrit, présente l'avantage que le flux F3 admis dans le sous-secteur angulaire B1 permet de refroidir au passage l'adsorbat M et aussi d'utiliser au mieux la chaleur disponible dans la masse active et les gaz de combustion.

10 L'échangeur thermique 20 utilisé est d'un type connu à plaques ou à tubes. On peut utiliser également pour remplir cette fonction, le tambour tournant D garni d'une masse de matériaux à grande surface d'échange thermique tel que décrit dans la demande de brevet EN 94/..... du demandeur.

15 Le schéma fonctionnel de la Fig.7, est une variante des schémas précédents 5 et 6. L'air de désorption F2 est réchauffé à son passage au travers d'un échangeur thermique 20 et éventuellement d'un élément de chauffage additionnel 25 pour compenser les pertes thermiques dans l'échangeur 20 et dans les conduits, ainsi que la chaleur de désorption des substances  
20 polluantes (COV). Le flux F3 qui a servi à la désorption du secteur angulaire B, cède sa chaleur dans l'échangeur 20 puis dans un condenseur 26. Un séparateur 27 permet de recueillir les substances polluantes avant leur transfert à un élément de stockage 28.

25 L'air sortant du séparateur 27 est appliqué à un compresseur 29 et renvoyé vers le secteur angulaire A d'entrée du flux pollué F1. La puissance thermique de l'échangeur 20 est choisie suffisante pour que la température de la phase gazeuse issue du séparateur 27 soit proche de celle régnant à l'entrée de  
30 la zone A d'adsorption.

### **Exemple 1 d'adsorption, désorption et combustion catalytique**

35 Pour réaliser des essais, on a utilisé une unité-pilote comportant un tambour D avec un diamètre extérieur de 0,90 m,

un diamètre intérieur et une hauteur de 0,4 m, chargé de 190 litres de zéolite Y désaluminée répartie uniformément dans 26 secteurs identiques. Les zones d'adsorption et de désorption A et B comportent respectivement 12 et 4 secteurs. Suivant le mode  
5 de réalisation de la Fig.5, le secteur angulaire de désorption B comporte, entre trois secteurs tampons t1, t2, t3 fermés à leur périphérie, deux parties B1, B2 connectées en série par le conduit 21.

On a injecté avec un débit horaire de  $2000\text{m}^3$ , un flux d'air  
10 à  $25^\circ\text{C}$  contenant 180 ppm de butane et 95 ppm (en volume) de xylène. Le tambour D effectue une rotation complète en 1h 45m.

On a utilisé un flux de désorption F3 avec un débit de  $200\text{m}^3/\text{h}$ , chauffé à  $210^\circ\text{C}$  avant d'être envoyé sur la zone B de désorption puis sur le lit catalytique de la zone 19B, lui-même  
15 préchauffé électriquement au démarrage des opérations. On a utilisé 20 litres d'un catalyseur constitué d'extrudés de 1,2 mm de diamètre et 5 mm de longueur moyenne, composé de 0,4% de platine déposé sur de la silice aluminée à 10%, formant un lit de 10 cm d'épaisseur.

20 Les résultats observés après six jours de fonctionnement de l'unité, sont les suivants. La teneur en xylène à la sortie du secteur angulaire A d'adsorption est maintenue en permanence inférieure à 1ppm et celle de butane inférieure à 2ppm. On observe sur le catalyseur une élévation de température des gaz  
25 d'environ  $230^\circ\text{C}$ . A une température de sortie voisine de  $450^\circ\text{C}$ , il n'y a plus trace d'hydrocarbures dans les effluents issus du réacteur 19.

## REVENDICATIONS

1) Dispositif rotatif d'épuration d'effluents gazeux contenant des substances polluantes, caractérisé en ce qu'il comporte un  
5 tambour (T) constitué d'une enveloppe ou cage (2), d'une couronne (1) contenant une charge (M) de matériaux solides particuliers adaptés à adsorber les substances polluantes, qui est disposée à l'intérieur de la cage, et de moyens moteurs pour  
10 animer la couronne et la cage d'un mouvement de rotation continu l'une relativement à l'autre autour d'un axe vertical, au moins un premier circuit (5,9) pour faire passer lesdits effluents (F1) au travers d'une premier secteur d'adsorption (A) de la couronne (1), au moins un deuxième circuit (6,10) pour faire  
15 passer un flux gazeux de désorption (F3) au travers d'un deuxième secteur de désorption (B) de la couronne (1), et des moyens pour faire circuler les effluents et le flux de désorption dans lesdits circuits.

2) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de chauffage du flux gazeux de désorption  
20 disposé sur le circuit secondaire en amont du tambour (T).

3) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le deuxième secteur de désorption comporte deux sous-secteurs angulaires (B1, B2) traversés successivement par le flux (F2) de désorption

25 4) Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les deux sous-secteurs (B1, B2) sont connectés directement en série, le dispositif comportant un réacteur d'incinération (19) pour brûler les substances dans le flux gazeux de désorption (F4) issu du deuxième sous-secteur (B2).

30 5) Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que les deux sous-secteurs (B1, B2) sont connectés en série par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur (20) pour l'échauffement du flux (F3) de désorption, le dispositif comportant un réacteur thermique (19) pour brûler les  
35 substances dans le flux gazeux (F4) de désorption issus du

deuxième sous-secteur (B2), la sortie dudit réacteur (19) étant connectée à un circuit d'échange thermique de l'échangeur de chaleur (20).

5 6) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le deuxième circuit comporte des moyens de chauffage (20,25) des effluents de désorption et des moyens pour récupérer les substances polluantes dans les effluents issus du deuxième sous-secteur angulaire (B2).

10 7) Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens pour récupérer les substances polluantes comportent un condenseur (26) et un séparateur (27).

8) Dispositif selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que le circuit primaire est connecté à la sortie du séparateur (27).

15 9) Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens de chauffage comportent au moins un échangeur de chaleur (20).

10) Dispositif selon la revendication 5 ou 9, caractérisé en ce que l'échangeur de chaleur (20) comporte un échangeur thermique tournant.

20 11) Dispositif selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que le réacteur (19) contient un catalyseur choisi pour provoquer une réaction exothermique en présence des substances polluantes.

25 12) Dispositif selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que le réacteur (19) contient des moyens de chauffage pour brûler lesdites substances polluantes.

13) Dispositif selon la revendication 8 ou 11, caractérisé en ce que le réacteur (19) contient des moyens de chauffage (19A) pour chauffer le flux de désorption (F4).

30 14) Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de nettoyage de la masse (M) d'adsorption.

35 15) Dispositif selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que les moyens moteurs sont associés à la couronne (1), la cage (2) étant fixe.

16) Dispositif selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que la couronne (1) est fixe, les moyens moteurs sont associés à la cage (2) qui est mobile relativement à la couronne, et les conduits (5, 6) d'amenée et d'évacuation sont  
5 fixés à la cage et tournent avec elle.

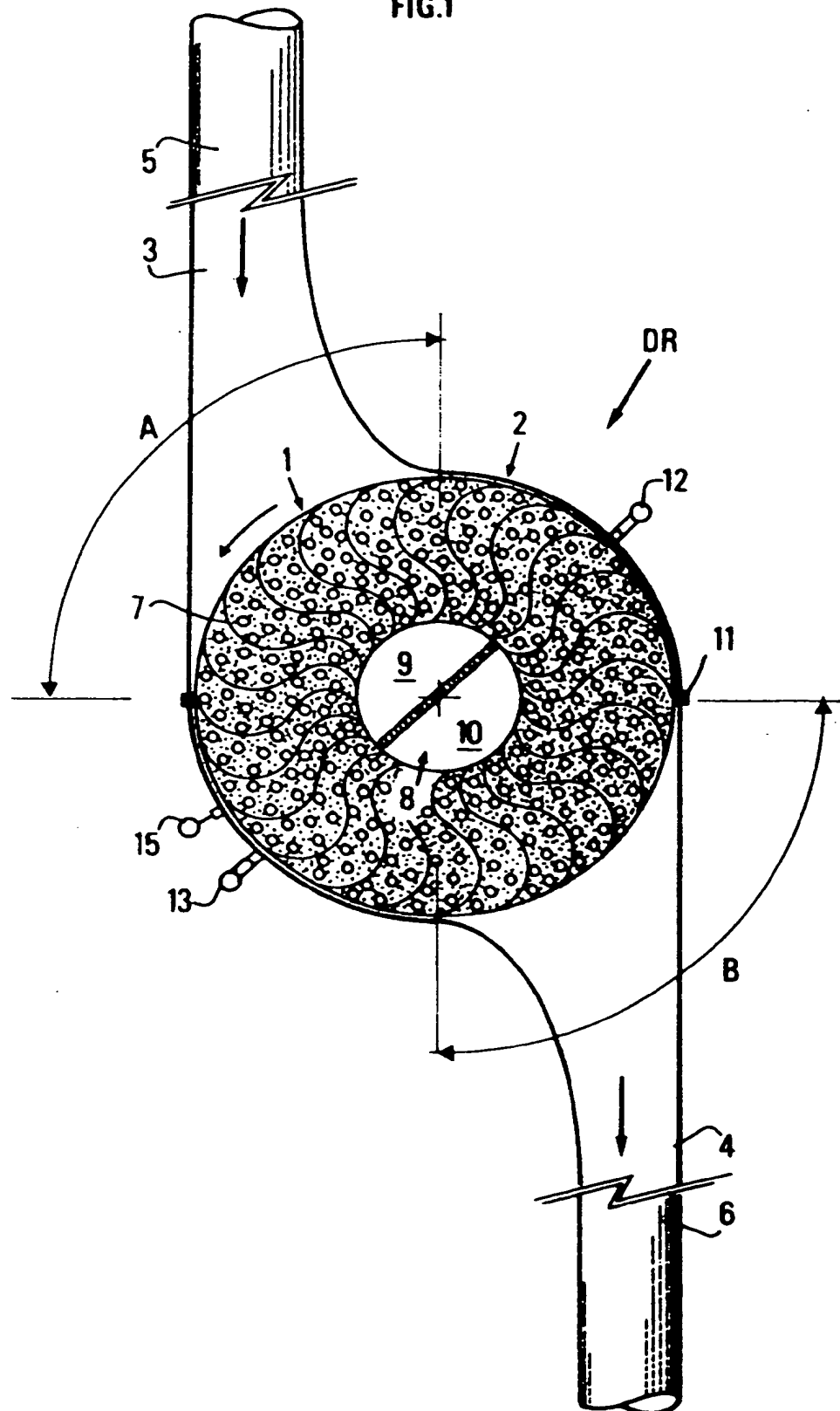
17) Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier et le deuxième secteur de la couronne est divisée en plusieurs zones angulaires par un cloisonnement intérieur.

10 18) Dispositif selon l'une des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que la couronne est agencée pour servir de support à plusieurs paniers contenant la charge de matériaux d'adsorption.

15 19) Application du dispositif à l'épuration d'effluents gazeux au moyen d'une masse d'adsorbat déplacée par rotation continue d'une couronne d'axe vertical, pour être mise successivement en contact avec les effluents et un flux de désorption.

20 20) Procédé d'épuration en continu d'effluents gazeux chargés de substances polluantes par adsorption de ces substances au moyen d'une masse adsorbante (M), comportant l'établissement d'une circulation permanente d'effluents à épurer dans un premier circuit traversant un premier secteur (A) d'une couronne (1) en rotation permanente, chargée d'une masse solide  
25 particulaire d'adsorbat, pour fixer les substances polluantes d'une part, et l'établissement d'une circulation d'un fluide de désorption continue de l'adsorbat dans un circuit traversant un deuxième secteur (B) de la couronne, d'autre part.

**FIG.1**





**FIG.2**

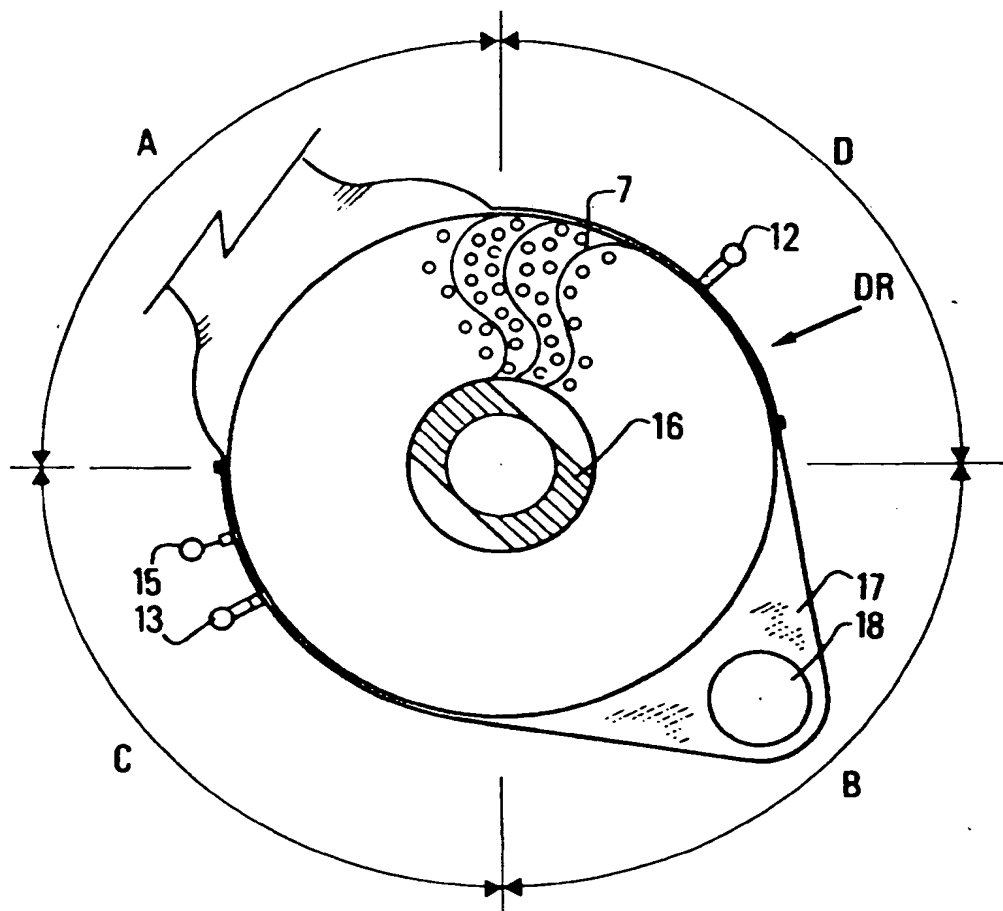


FIG.3

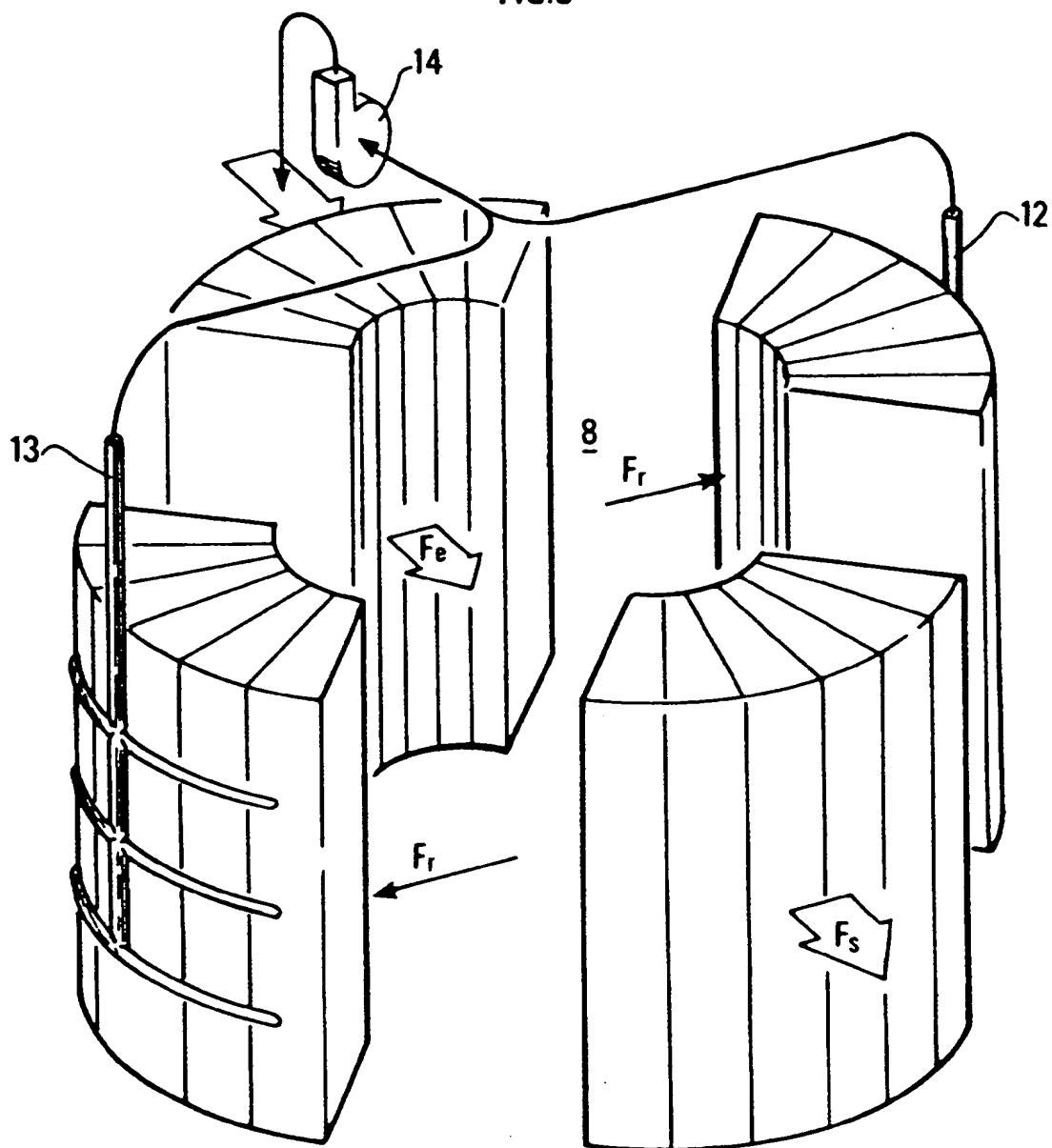


FIG.4

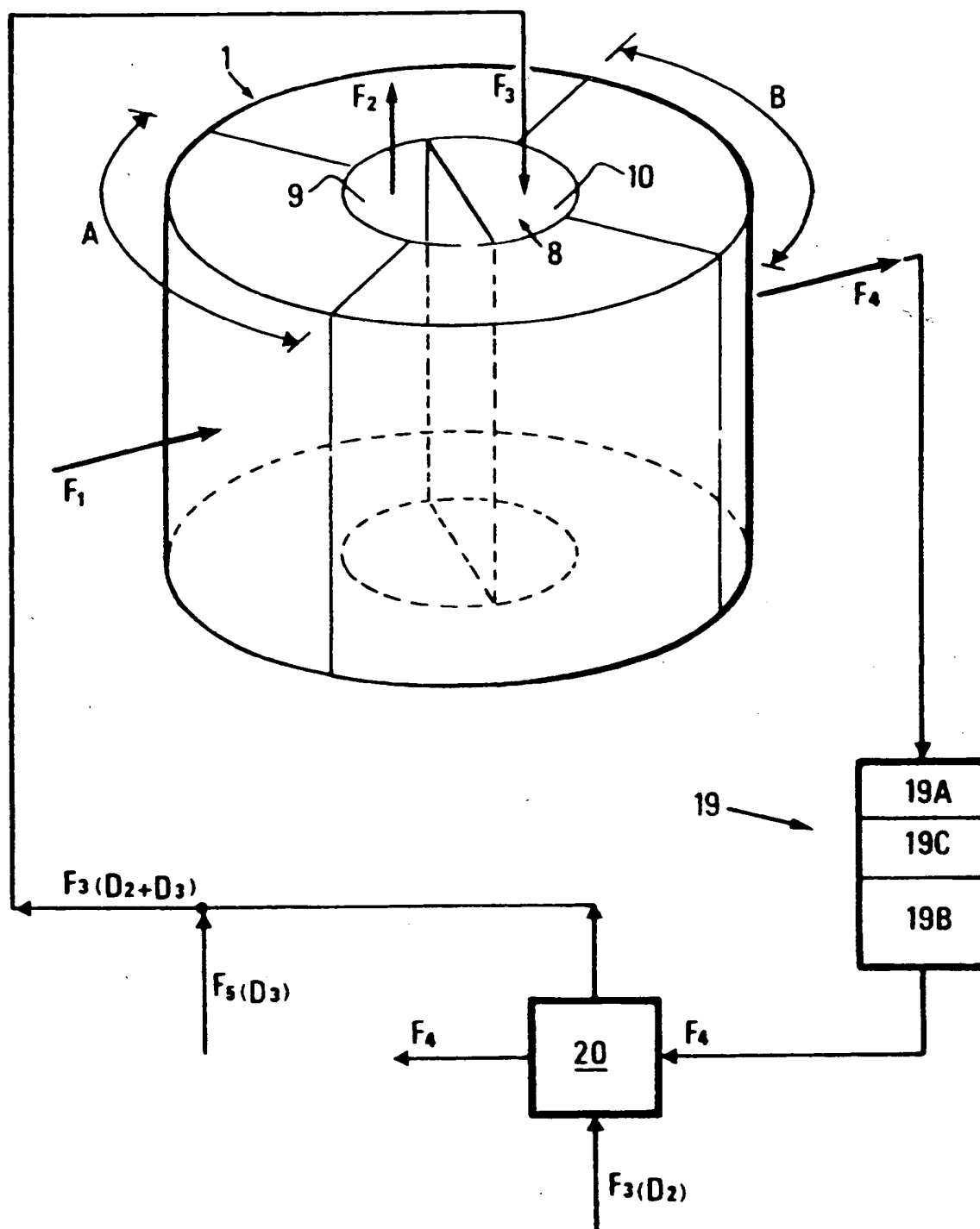


FIG. 5

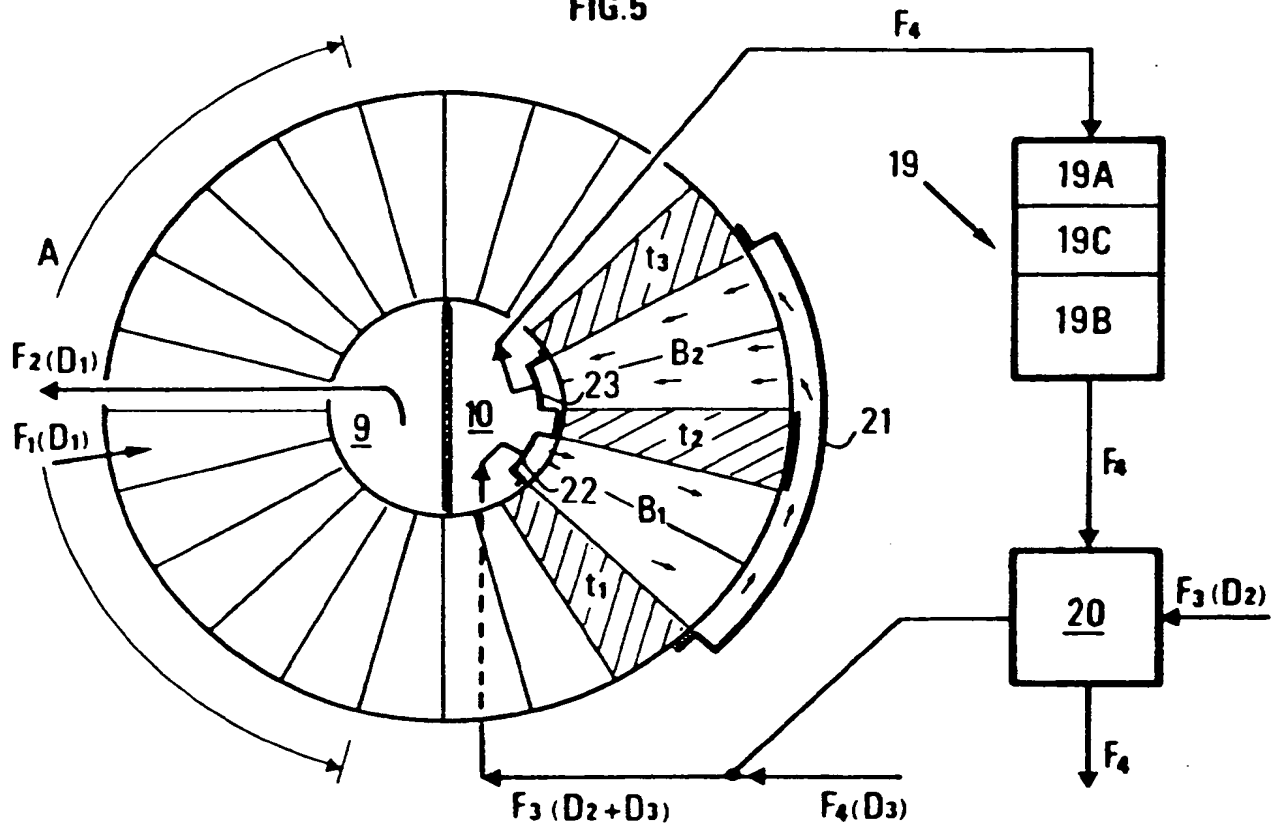
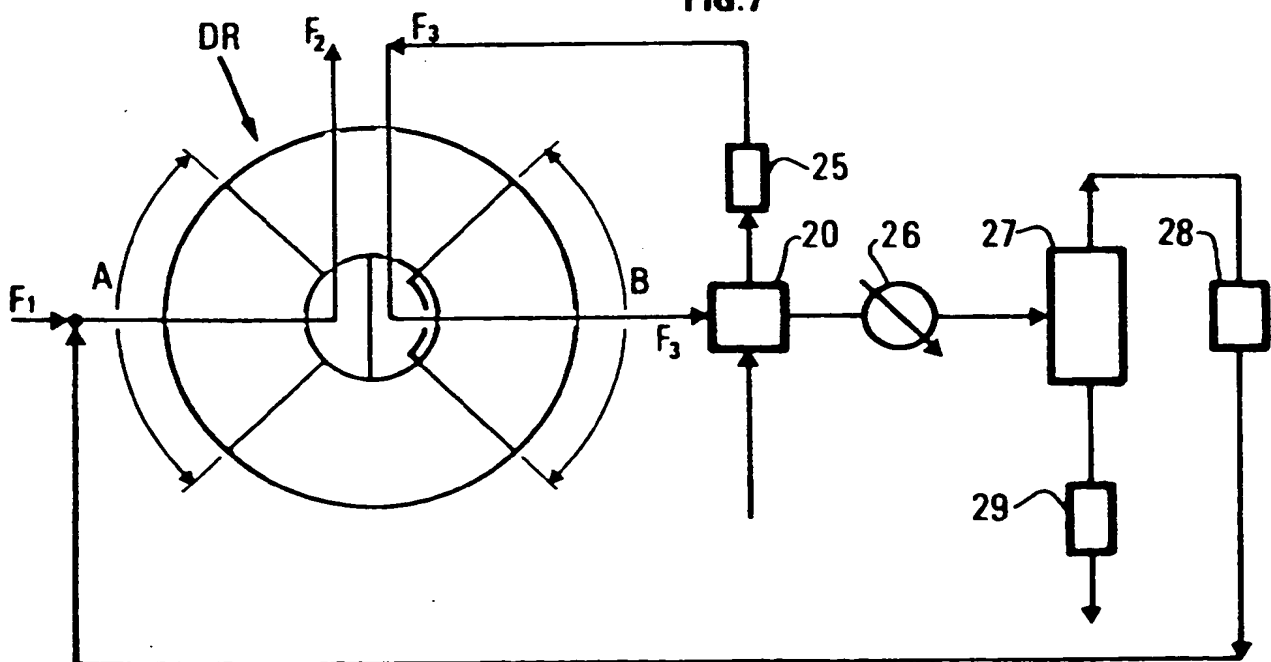
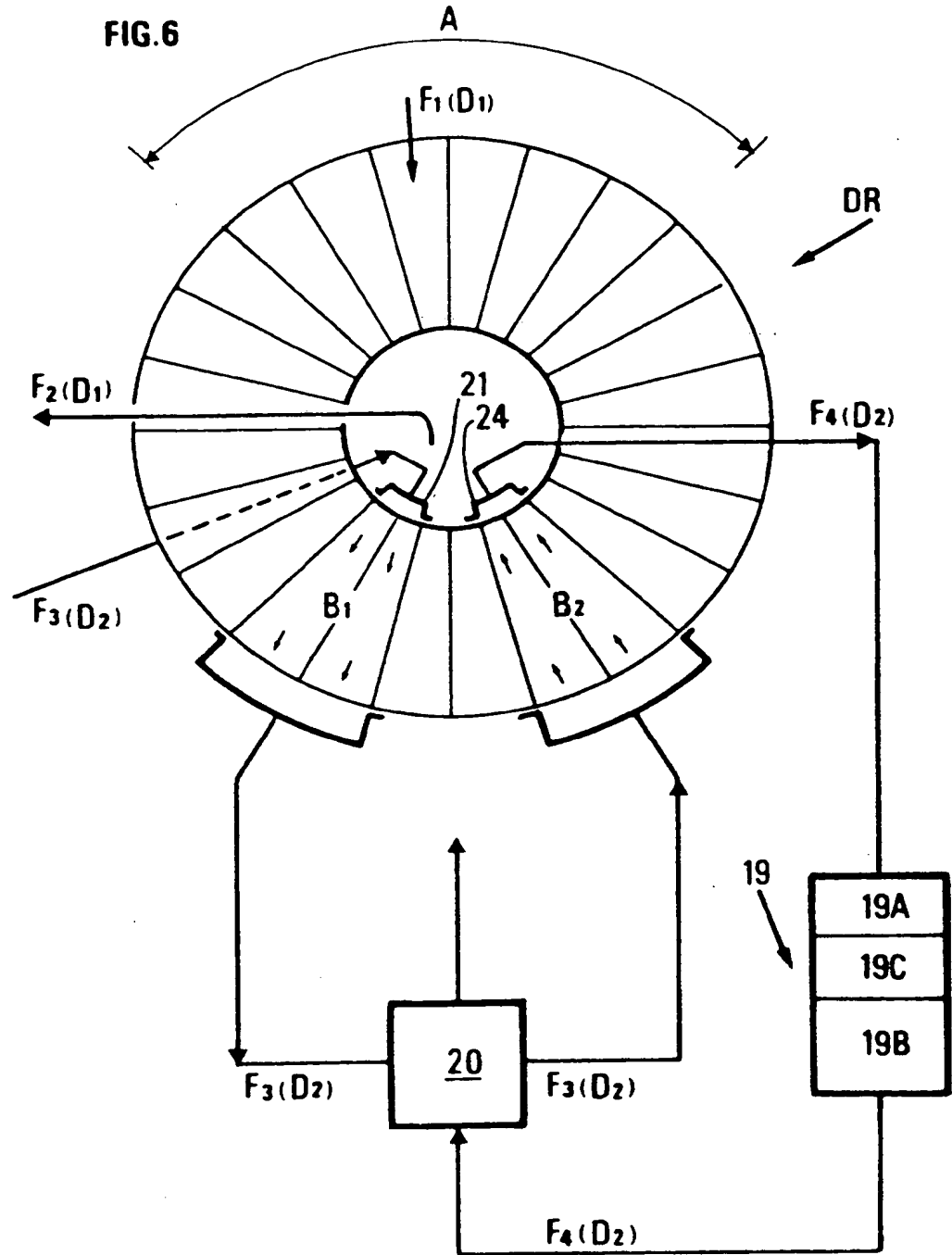


FIG. 7



6/6

FIG. 6



RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

2720294

N° d'enregistrement  
nationalFA 500059  
FR 9406281

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	DE-A-38 10 019 (TOYO BOSEKI)  * colonne 4, ligne 32 - colonne 5, ligne 57 * * colonne 7, ligne 39 - colonne 8, ligne 55 * * colonne 8, ligne 66 - colonne 10, ligne 4; figures 2,3,5 *	1-4,6-9, 15,17-20
Y	---	5,11-13
X	DE-A-40 03 668 (SIEMENS AG)  * le document en entier *	1,2,15, 17-20
Y	---	5,11-13
X	US-A-4 895 580 (TOYA BOSEKI KK TAJKISHA LTD.) * colonne 2, ligne 47 - colonne 3, ligne 30; figures 1-3 *	1,2,15, 17-20
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 108 (C-280) 11 Mai 1985 & JP-A-60 000 820 (NIPPON KOKAN KK) 5 Janvier 1985 * abrégé *	1,2,15, 19,20
A	GB-A-2 178 976 (SCHEUCHL)  * figures 1,2 *	1,2,6,9, 15,19,20
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
15 Février 1995		Eijkenboom, A
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 150 01.82 (P04C0)

PTO 02-3988

CY=FR DATE=19951201 KIND=A1  
PN=2 720 294

ROTARY DEVICE FOR CONCENTRATING AND PURIFYING GASEOUS EFFLUENTS  
CONTAINING VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (VOC)  
[DISPOSITIF ROTATIF DE CONCENTRATION ET D'EPURATION D'EFFLUENTS  
GAZEUX CONTENANT DES COMPOSEES ORGANIQUES VOLATILES (COV)]

JEAN MORLEC, et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
Washington, D.C. August 2002

Translated by: FLS, Inc.

PUBLICATION COUNTRY	(10):	FR
DOCUMENT NUMBER	(11):	2 720 294
DOCUMENT KIND	(12):	A1
PUBLICATION DATE	(43):	19951201
APPLICATION NUMBER	(21):	94 06281
APPLICATION DATE	(22):	19940524
INTERNATIONAL CLASSIFICATION	(51):	B 01 D 53/06; 53/75b 01 D 141:00; 185:10; 131:00
PRIORITY COUNTRY	(33):	NA
PRIORITY NUMBER	(31):	NA
PRIORITY DATE	(32):	NA
INVENTOR	(72):	Jean Morlec and Jacques Bourcier
APPLICANT	(71):	INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE
TITLE	(54):	ROTARY DEVICE FOR CONCENTRATING AND PURIFYING GASEOUS EFFLUENTS CONTAINING VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (VOC)
FOREIGN TITLE	[54A]:	DISPOSITIF ROTATIF DE CONCENTRATION ET D'EPURATION D'EFFLUENTS GAZEUX CONTENANT DES COMPOSEES ORGANIQUES VOLATILES (COV)



The present invention concerns a rotary device for purifying gaseous effluents containing polluting substances.

/1\*

The invention finds applications specifically in systems for treating air loaded with substances, such as volatile organic compounds (VOC), that may be fixed by appropriate adsorbant materials.

The known processes for removing pollutants include, for example, the alternate use of columns filled with a fixed granular bed of adsorbant material (or adsorbate). The pollutants are purified by passing across a first column, progressively saturating the adsorbate. When the saturation is sufficient, the purification continues by directing the pollutants through a second identical column by means of baffles, and desorption of the first column begins by having an adsorbate regeneration flow circulate. The technique requires the use of baffles with a large cross-section permitting the alternate switching of the columns.

The use of purifiers of rotary type with a honeycomb structure, for example zeolites or activated charcoal also is known. A partition makes it possible to direct a permanent flow of pollutants to be removed across an angular section of the structure in continuous rotation, parallel to its axis of rotation. At the

---

\*Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.

same time, the adsorbate is desorbed in an angular sector different from the first, by means of another gas flow.

The device according to the invention permits continuous removal of gaseous pollutants containing the polluting substances, by avoiding the disadvantages of the previous devices.

It is characterized by the fact that it contains a drum consisting of a housing or cage, and a crown containing a load of solid particulate materials adapted to adsorb the polluting substances, that is located in the interior of the cage. The crown may be divided into several angular zones by an interior /2 partition or be used for holding baskets for the materials. Motive means are used for driving the crown and the cage into a continuous rotary motion relative to one another around a vertical axis. For a first circuit, the effluents may be made to pass across a first adsorption section of the crown, (for example, consisting of one or more angular zones), and for a second circuit, a gaseous desorption flow may be made to pass across a second desorption section of the crown, for example, also consisting of one or more angular zones. Means are used to make the effluents and the desorption flow circulate in the first and the second circuit.

For example, the device has means of heating the gaseous desorption flows located on the secondary circuit up-stream of the drum.

According to one embodiment, the second desorption section has two angular sub-sections crossed successively by the desorption flow. The two sub-sections may be connected directly in series, the gaseous desorption flows issuing from the second sub-section then crossing an incineration reactor where the polluting substances are burned. Then they may be connected in series by the intermediary of a heat exchanger for heating the desorption flux, in this case the outlet of the reactor preferably being connected with a thermal exchange circuit of the heat exchanger.

The second circuit has, for example, means of heating desorption effluents and means (such as a condenser and a separator) for recovering the polluting substances in the effluents issuing from the second angular sub-section. In this case, the primary circuit is connected to the outlet of the separator.

It is advantageous to use a reactor containing a catalyst chosen to cause an exothermic reaction in the presence of polluting substance.

For example, the device has means of cleaning the adsorption /3 material.

The motive means may be associated either with the crown, the cage being fixed, or with the cage which is mobile relative to the crown, and in this case the supply and discharge tubes are fixed to the cage and turn with it.

With its rotary drum, the device according to the invention lends itself to separate or combined operations of desorption of polluting substances. The drum may be easily included in the external circuits for incineration and/or recovery of the polluting substances, for the realization of continuous removal processes.

Other characteristics and advantages of the device according to the invention will appear from reading the following description of non-limiting embodiments, referring to the appended drawings where:

Fig. 1 shows a schematic view of a cross-section of a first embodiment of the drum, with a turning crown;

Fig. 2 shows a simplified schematic view of a cross-section of a second embodiment of the drum with a cage subject to turning around the crown;

Fig. 3 shows an exploded view of the turning drum in order to schematically illustrate the circulations of the effluents in the interior of the rotary drum;

Fig. 4 schematically shows a first mode of operation of the rotary drum device used as a material exchanger;

Fig. 5 schematically shows a second mode of operation of the device;

Fig. 6 shows a version of embodiment of the previous mode of operation;

Fig. 7 shows another mode of operation including the use of means for recovering the polluting substances.

According to the embodiment of Figs. 1, 2, and 3, the device /4 has a drum **DR** consisting of a crown **1** with a vertical axis located in the interior of an external metal housing or cage **2**, for example of cylindrical shape. The cage has a first arm **3** and a second arm **4** to which are attached, respectively, a supply tube **5** for the gaseous effluents to be removed, and a removal tube **6** for the desorption flows.

According to one embodiment, the crown **1** is provided with an internal partition consisting of a set of straight or curved plates **7** divided regularly, or of a certain number of baskets. A partition separates the central zone **8** from the crown in two tubes **9**, **10**. A first angular adsorption section **A** delimited by one or more plates, channels the effluents issuing from the tube **5** toward the tube **9** of the central zone **8** (flow **Fe** on Fig. 3). A second angular desorption section **B** has the tube **10** from the central zone **8** communicate with the discharge tube **6** (flow **Fs** on Fig. 3).

According to another embodiment, the crown is used to support several baskets.

In the interior of the crown **1**, between the plates or in the baskets, there is an active material **M** consisting of a particulate solid absorbing materia. The following products or materials may be used to make up tins material **M**: silicate, activated charcoal, aluminum, aluminum silicate, zeolites in the atomic ratio SI/AL between 10 and 100 of an oleophile nature, exchange resins, or adsorbants placed in thin layers in metal or ceramic alveolar or knitted supports, etc.

Joints **11** are arranged between the cage **2** and the crown **1** in order to assure the vertical sealing and to insulate the two spaces from one another above and below the central zone or transit zone **8**, so that all the effluents entering in practice are channeled toward the latter. These joints **11** are made so that the loss of residual charge between the crown **1** and the cage **2**, is at last equal to the loss of charge suffered by the gases in the main /5  
circuit crossing the drum **DR**.

Other joints (not shown) of the lip of broom type, of the type with hydraulic ring joint with surrounded by an oil bath, etc., are made so as to achieve perimeter sealing (horizontal).

The cage **2** and the crown **1** are moved by means of motors (not shown) in a slow movement of rotation one with respect to the other.

The cage **2** also has at least one opening in its lateral wall in each of the angular sections **C**, **D**, intermediate between sections **A** and **B**, where the tubes **12**, **2** connected to the suction means **14** (Fig. 3) open. The peripheral losses of gas between the crown **1** and the cage **2**, are sucked by the tubes **12**, **13** (return flow **Fr** of Fig. 3) and reinjected into the supply tube **5** (entering flow **Fe**).

In one of the two intermediate angular sections **C**, **D**, (Fig. 3), the cage **2** can also have openings where one or more tubes **15** (Fig. 1-2) open for performing other functions. This may be injecting a chemical inhibitor for preventing an possible parasite chemical reaction, or the formation of plugs. This may be a mechanical action: suction or blowing for the purpose of cleaning the adsorbate charge, etc.

According to a preferred embodiment, the cage **2** is fixed (Fig. 1) and the crown **1** is entrained in rotation.

According to another embodiment (Fig. 2), it is the crown **1** that is fixed and the cage **2** entraining with it the tubes **5**, **6**, that may turn around its axis. In the central zone **8** of the cage **2**, there is an intermediate chamber **16** with selective openings. This chamber **16** turns at the same time as the cage **2** and serves to

guide the entering flow (**F<sub>e</sub>** on Fig. 3) toward the central zone **8** and the flow leaving toward a convergence chamber **17** from which there is a discharge line **18** made to be able to follow the rotation of the cage **2**.

The embodiment of Fig. 1 or that of Fig. 2 are chosen /6  
according to the mass of the crown, that depends on the nature of the load **M** of adsorbate of the applications and/or the volume of effluents to be treated.

A gas flow **F<sub>1</sub>** (Fig. 4), for example consisting of air containing volatile organic compounds (VOC) in the proportion of several mg/m<sup>3</sup>, is injected at a rate **D<sub>1</sub>** through the tube **5** (Fig. 1). After having traveled the angular adsorption zone **A**, it leaves purified through the tube **9** (flow **F<sub>2</sub>**). A gas flow **F<sub>3</sub>** is injected by a central tube **10** into the angular desorption section **B**. This flow **F<sub>3</sub>** consists of a flow of fresh air (at a rate **D<sub>2</sub>** between 0.02 **D<sub>1</sub>** and 0.2 **D<sub>1</sub>**, for example), that has been heated preliminarily in a heat exchanger **20**, which is mixed in a controllable proportion with a flow of cold air (flow **F<sub>5</sub>**), in order to regulate its temperature. For example, the temperature **T<sub>2</sub>** of the flow **F<sub>3</sub>** entering the angular desorption zone **B** is between 100°C and 220°C.

The flow **F<sub>4</sub>**, issuing from the desorption zone **B**, is directed through the tube **6** (Fig. 1) toward a thermal reactor **19** adapted to incinerate the polluting substances that it contains. For example,



this reactor is of the catalytic type. For example, it may have an auxiliary burner **19A** for reheating, if necessary, the flow gases **F4** before their passage onto a catalytic bed **19B** at a temperature **T3** between 180 and 400°. A mixing zone **19C** between the two zones **19A** and **19C** serves to homogenize the temperatures on the catalytic bed.

The flow **F4** of air purified by incineration in the reactor **19** is directed toward the thermal exchanger **20** where it serves to heat the flow of fresh air **F3**, before escaping into the atmosphere. The circulation of the flows used for desorption is forced by means of a fan (not shown).

According to the embodiment version shown in Fig. 5, the angular desorption section **B** also may consist of two sub-sections **B1** and **B2** connected by a peripheral tube **21** and which the flow **F3** passes successively. The flow **F3** is accepted by the central tube **22** in the sub-section **B1**, and it leaves the sub-section **B2** via /7 another central tube **23**.

According to the embodiment version shown in Fig.6, the desorption of the active load **M** that was used to adsorb the polluting substances of the flow **F1** is performed in the following way. The flow of desorption air (flow **F3**) is channeled as before by tube **21** toward a first angular sub-section **B1** of the crown **1**. It is reheated in contact with the adsorbate and partially desorbs it. Then the flow **F3** crosses the heat exchanger **20** where is

assumes the required desorption temperature (180 to 220°C). Also it can mix with it directly a certain proportion of hot exhausts. Upon its discharge, it is guided toward the second angular desorption sub-section **B2** where it is loaded with VOC polluting components. As before, the desorption air then is directed toward the thermal reactor **19** where it undergoes a complete catalytic combustion. The gases purified by the combustion cross the heat exchanger **20** before being discharge to the exterior.

The reactor also may have an auxiliary burner **19A** for maintaining the catalytic bed in the required temperature range. For example, GNL or GPL may be burned and the combustion gases then mixed with the desorption gases. The burner **19A** is necessary at least when the installation is started or when the polluting products are refractory: sulfate or nitrate compounds, for example.

The catalytic reactor used in the embodiments of Fig. 5 or 6 may be replaced by a thermal incinerator where there is a temperature above 800°C, for example, in order to burn the VOC compounds. The desorption air is heated to 700°C by passage in the exchanger **20** (Fig. 5, 6) and then, for example, cooled to 200°C by addition of cold air, before its admission into the desorption zone **B**.

One embodiment also may consist in partial mixing of the two flows circulating in the thermal exchanger **20**, so that the gases penetrating the sub-section **B2** are at an elevated desorption /8 temperature that still remains far from the auto-ignition temperature.

The embodiment that has just been described has the advantage that the flow **F3** admitted into the angular sub-section **B1** makes it possible to recool the adsorbate **M** in passage and also to better use the heat available in the active material and the combustion gases.

The heat exchanger **20** used is of a type known with plats or tubes. This function also may be performed with the turning drum **D** having a mass of materials with a large heat exchange surface, such as that described in patent application EN 94 ..... of the applicant.

The functional scheme of Fig. 7 is a version of the preceding schemes 5 and 6. The desorption air **F2** is reheated in its passage across a heat exchanger **20** and possibly by an additional heating element **25** in order to compensate for the thermal losses in the heat exchanger **20** and in the tubes, as well as the desorption heat of the polluting substances (VOC). The flow **F3** that was used for the desorption of the angular section **Be** loses its heat in the exchanger **20** and then in a condenser **26**. A separator **27** makes it

possible to collect the polluting substances before their transfer to a storage element **28**.

The air leaving the separator **27** is sent to a compressor **29** and returned toward the angular section **A** of the entrance of the polluted flow **F1**. The thermal power of the exchanger **20** is chosen to be sufficient so that the temperature of the gas phase issuing from the separator **27** is near that prevailing at the entrance of the adsorption zone **A**.

Example 1 of adsorption, desorption, and catalytic combustion.

In order to perform tests, we used a pilot unit having a drum **D** with an external diameter of 0.90 m, an internal diameter and a height of 0.5 m, loaded with 190 liters of de-aluminated zeolite Y divided uniformly into 26 identical sections. The adsorption and desorption zones **A** and **B** have 12 and 4 sections respectively. According to the embodiment of Fig. 5, the angular desorption section B has, between three buffer sections **t1**, **t2**, **t3** closed on their periphery, two parts **B1**, **B2** connected in series by tube **21**. /9

An air flow at 25°C containing 180 ppm of butane and 95 ppm (by volume) of xylene was injected at an hourly rate of 2000m<sup>3</sup>.

We used a desorption flow **F3**, heated to 210° C before being sent to desorption zone **B**, having a flow rate of 200 m<sup>3</sup>/h, then onto the catalytic bed of zone **19B**, itself preheated electrically

at the start of the operations. We used 20 liters of a catalyst consisting of extruded pieces 1.2 mm in diameter and 5 mm in average length, consisting of 0.4% of platinum deposited on 105 aluminum silicate, forming a bed 10 cm thick.

The results observed after six days for operation of the unit are the following. The xylene content at the exit from the angular adsorption section **A** is kept permanently below 1 ppm and that of butane lower than 2 ppm. An increase in the gas temperature of around 230°C is observed on the catalyst. At a discharge temperature near 450°C there is no trace of hydrocarbons in the effluents issuing from the reactor **19**.

1) A rotary device for purification of gaseous effluents containing polluting substances, wherein it contains a drum (T) consisting of a housing or cage (2), a crown (1) containing a load (M) of solid particulate materials adapted to adsorb the polluting substances, that is located in the interior of the cage, and motive means for driving the crown and the cage into a continuous rotary motion relative to one another around a vertical axis, at least first circuit (5,9), for making said effluents pass across a first adsorption section (A) of the crown (1), at least a second circuit (6,10) for making a gaseous desorption flow pass across a second desorption section (B) of the crown (1), and means for making the effluents and the desorption flow circulate in said circuits.

2) The device according to Claim 1, wherein it has means of heating the desorption gas flows located in the secondary circuit above the drum (T).

3) The device according to Claim 1, wherein the second desorption section has two angular sub-sections (B1, B2) crossed successively by the desorption flow (F2).

4) The device according to Claim 3, wherein the two sub-sections are connected directly in series, the device having an incineration reactor (19) for burning the substances in the desorption gas flows (F4) issuing from the second sub-section (B2).

5) The device according to Claim 3 or 4, wherein the two sub-sections (B1, B2) are connected in series by the intermediary of a heat exchanger (2) for the heating of the desorption flows (F3), the device having a thermal reactor (19) for burning the substances in the desorption gas flows (F4) issuing from the second sub-section (B2), the outlet of said reactor (19) being connected /11 with a thermal exchange circuit of the heat exchanger (2).

6) The device according to Claim 4, wherein the second circuit has means of heating (20, 25) the desorption effluents and means for recovering the polluting substances in the effluents issuing from the second angular sub-section (B2).

7) The device according to Claim 6, wherein the means for recovering in the polluting substances have a condenser (26) and a separator (27).

8) The device according the Claim 6 or 7, wherein the primary circuit is connected to the outlet of the separator (27).

9) The device according to Claim 6, wherein the heating means hat at least one heat exchanger (2).

10) The device according to Claim 5 or 9, wherein the heat exchanger (2) has a turning thermal exchanger.

11) The device according to Claim 4 or 5, wherein the reactor (19) contains a catalyst chosen in order to cause an exothermal reaction in the presence of the polluting substances.

12) The device according to Claim 4 or 5, wherein the reactor (19) contains heating means for burning said polluting substances.

13) The device according to Claim 8 or 11, wherein the reactor (19) contains heating means (19A) for heating the desorption flow (F4).

14) The device according to one of the preceding Claims, wherein it has means of cleaning the adsorption material (M).

15) the device according to one of the Claims 1 to 14, wherein the motive means are associated with the crown (1), the cage (2) being fixed.

16) The device according to one of the Claims 1 to 14, /12 wherein the crown (1) is fixed, the motive means are associated with the cage (2), which is mobile relative to the crown, and the supply and discharge tubes (5,6) are fixed with the cage and turn with it.

17) The device according to one of the preceding Claims, wherein the first and the second section of the crown is divided into several angular zones by an interior partition.

18) The device according to one of the Claims 1 to 16, wherein the crown is used to support several baskets containing the load of adsorption material

19) The application of the device for the purification of gaseous effluents by means of an amount of adsorbate moved by



continuous rotation of a crown with a vertical axis, to be mixed successively in contact with the effluents and a desorption flow.

20) The continuous purification process of gaseous effluents loaded with polluting substances by adsorption of these substances by means of an adsorbing material (M), having the establishment of a permanent circulation of effluents to be purified in a first circuit crossing a first section (A) of a crown (1) in permanent rotation, loaded with a solid particulate mass of adsorbate, for fixing polluting substances on the one part, and the establishment of a circulation of a continuous desorption flow of the adsorbate in a circuit crossing a second section (B) of the crown, on the other hand.

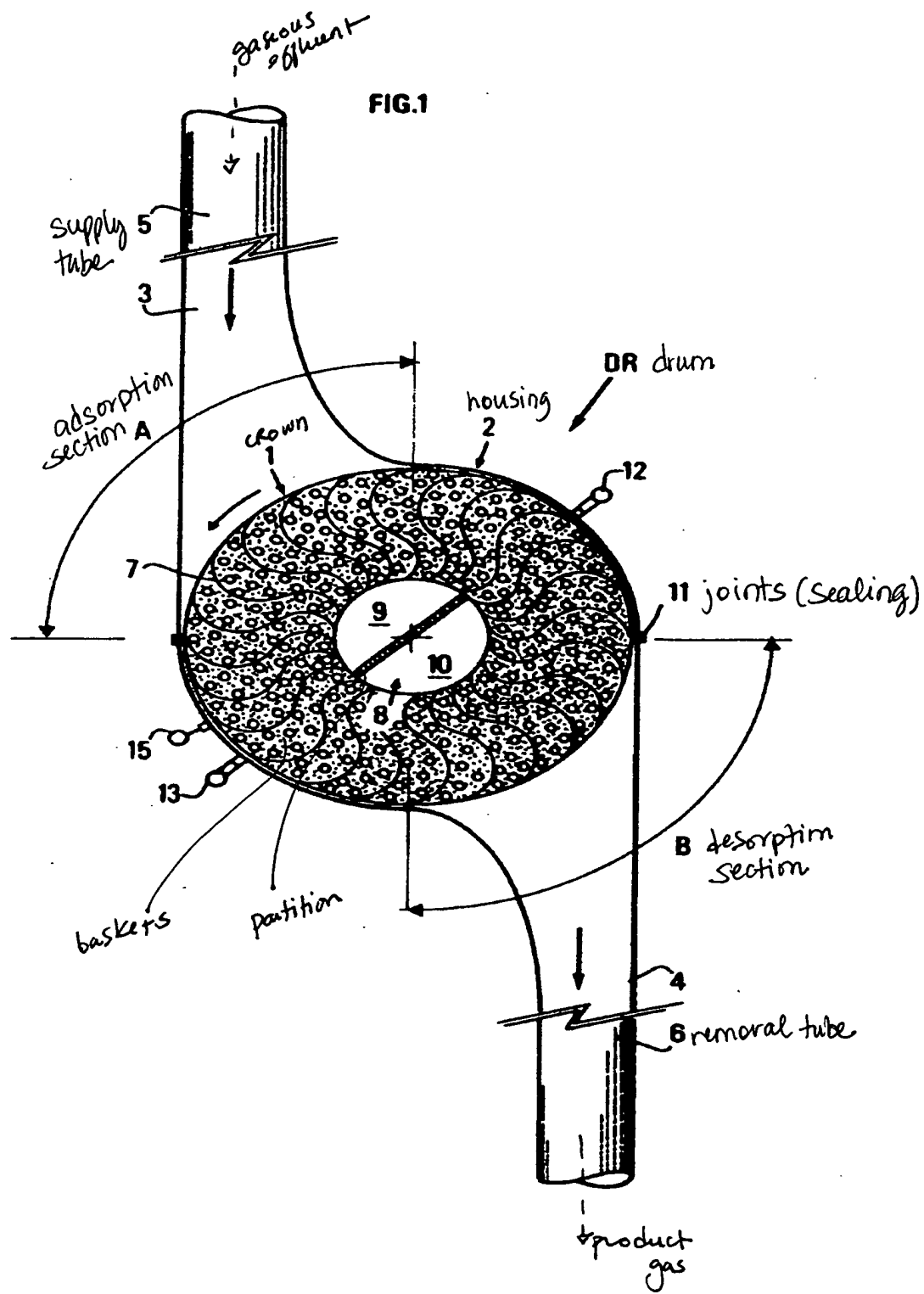


FIG.2

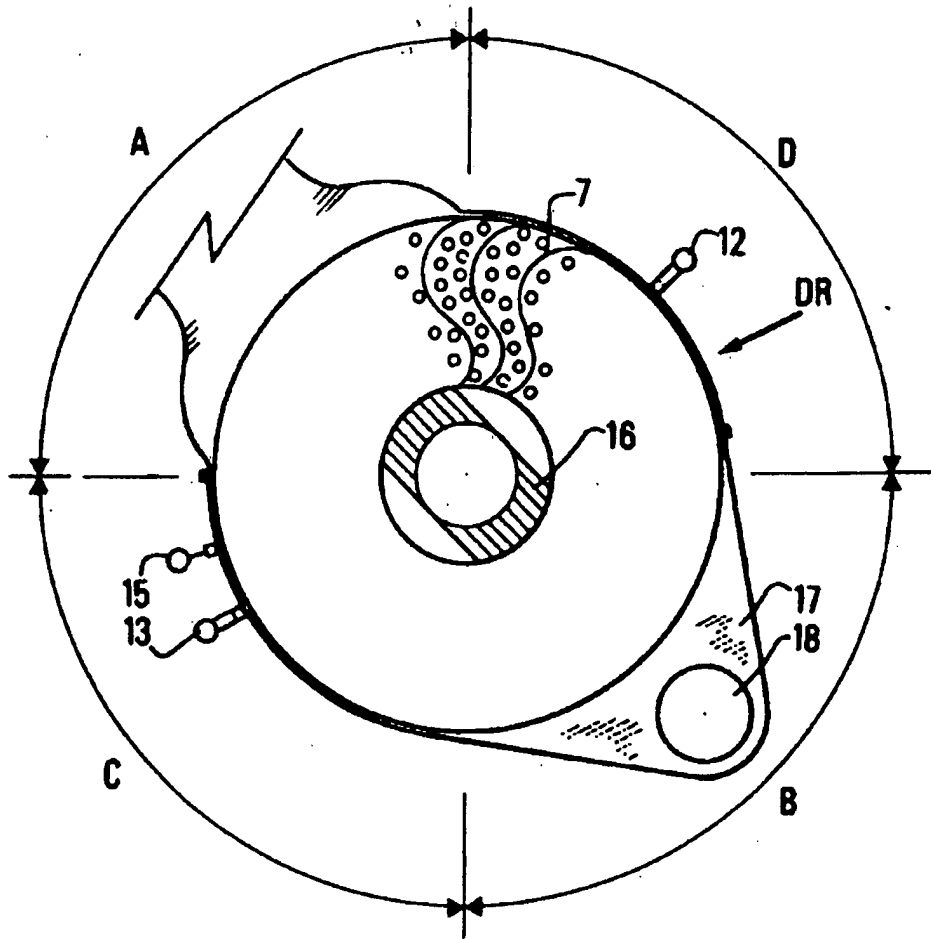
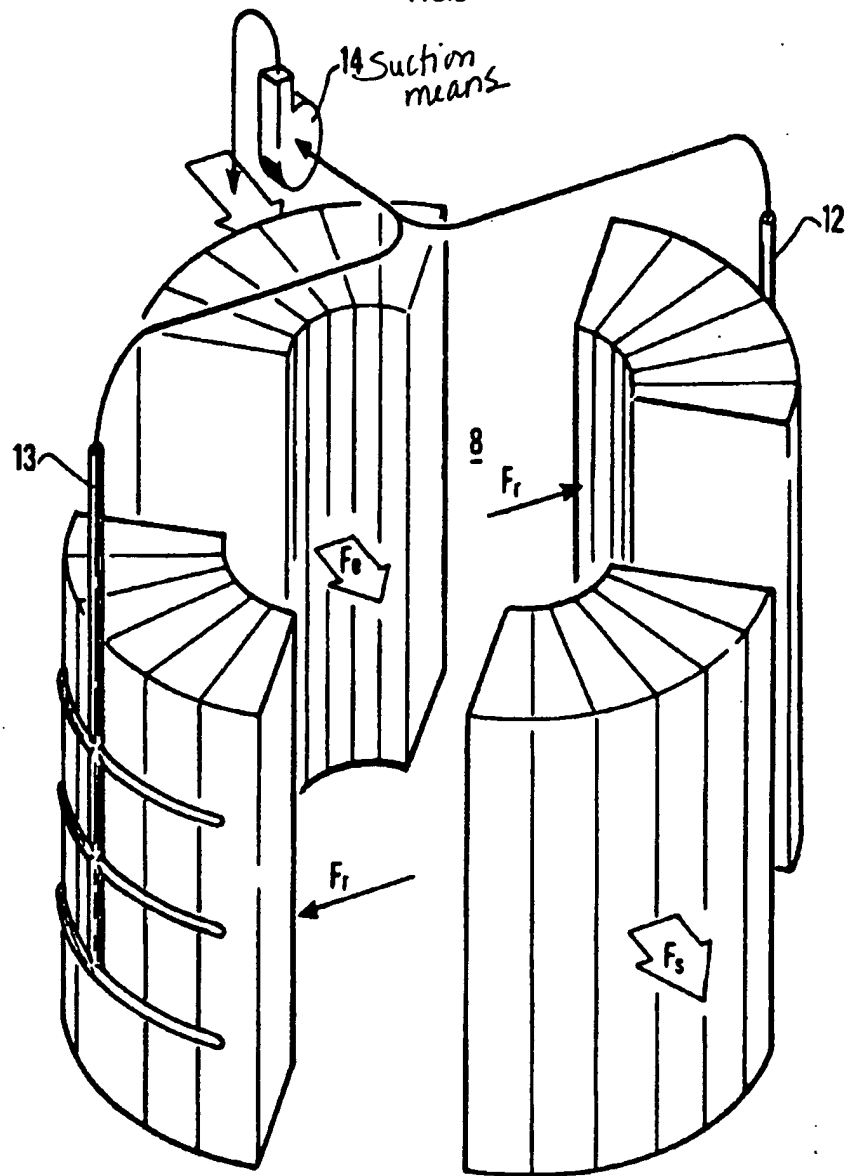
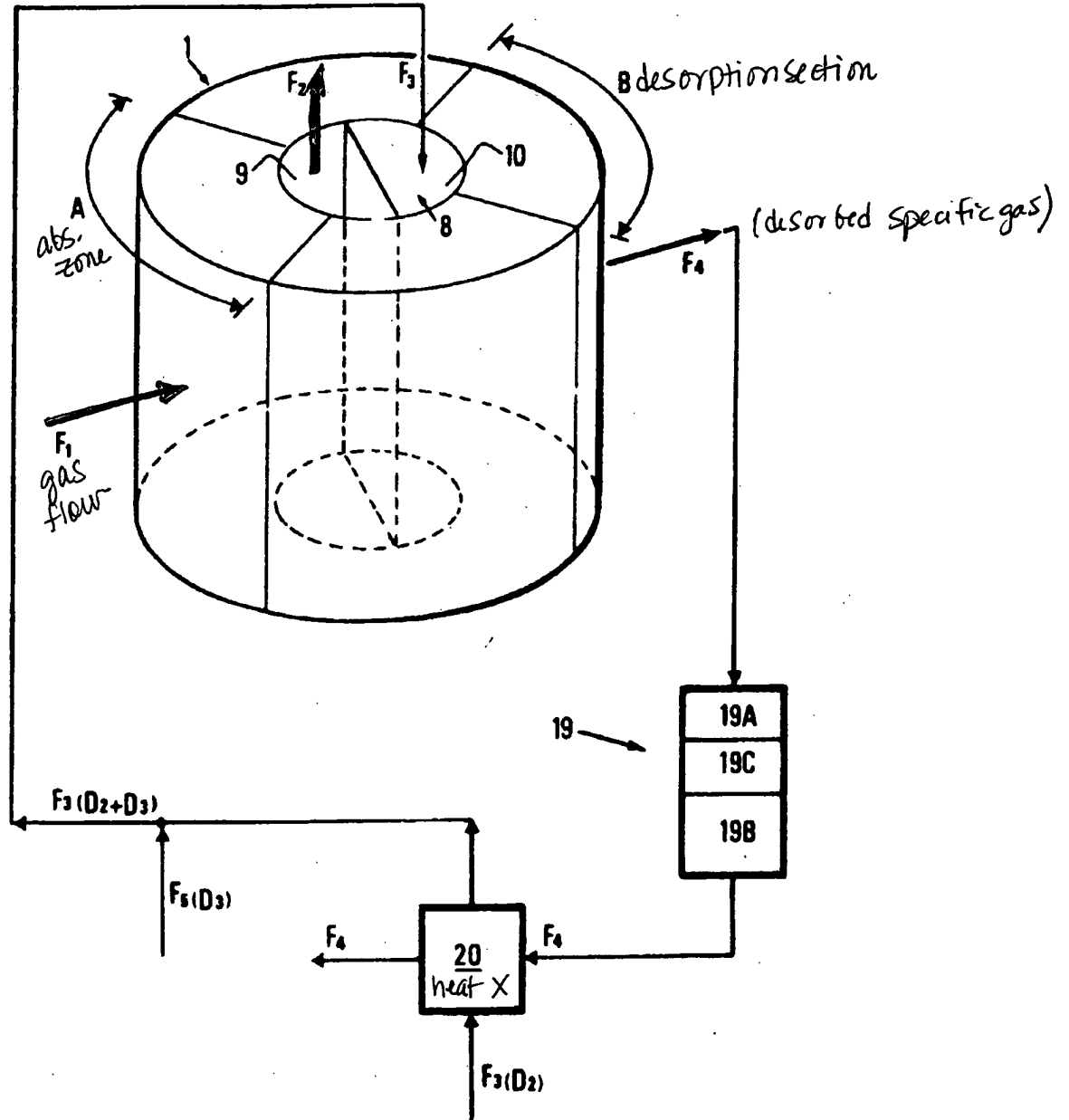


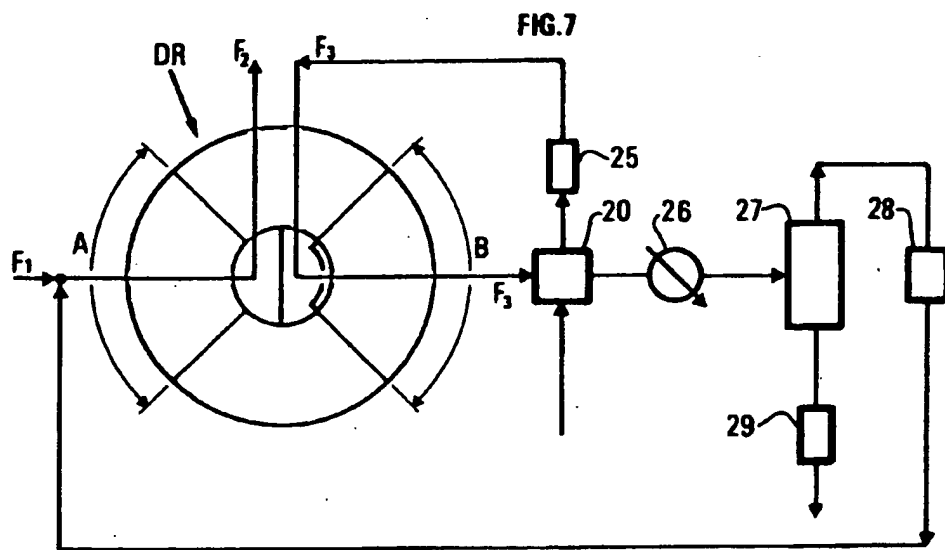
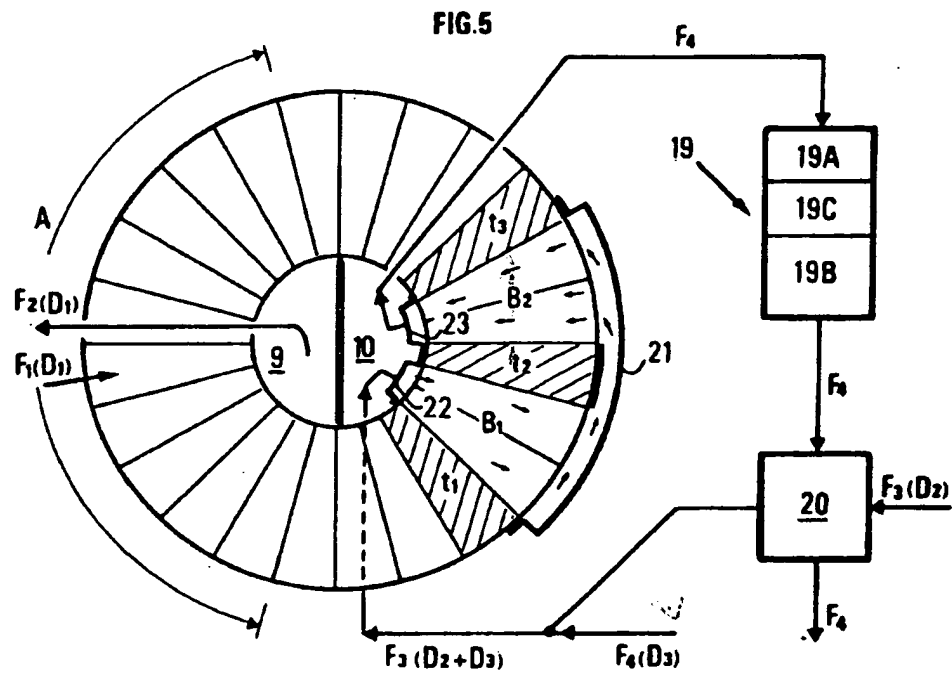
FIG.3

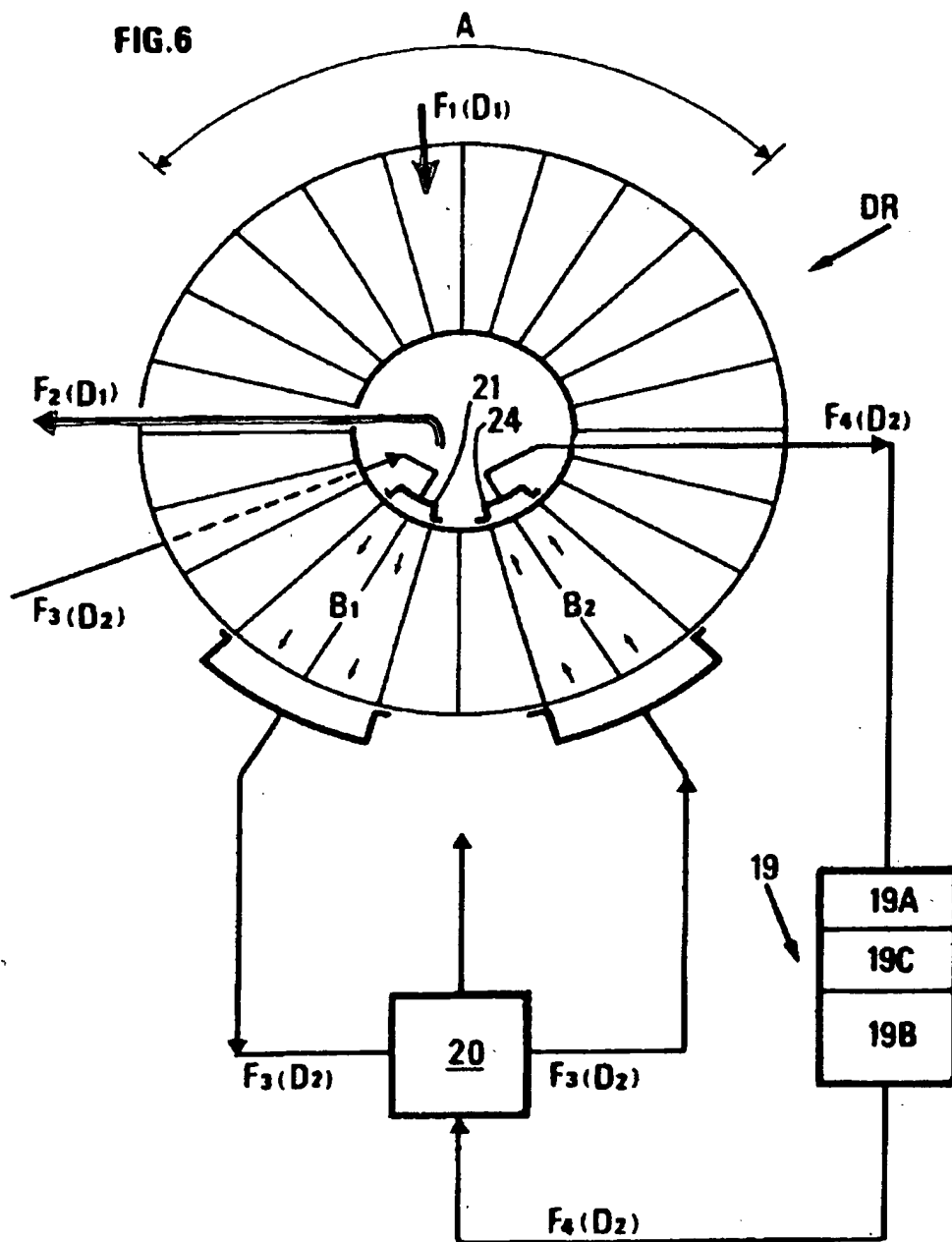


9- purified, exit tube ( $F_2$ )

FIG. 4







7

1

•